Chapitre 10 : Modéliser une action mécanique sur un système

A. Actions

1. Actions et interactions

Lorsqu'un système A agit sur un second système B, on dit que A exerce **une action** sur B. Réciproquement, B exerce aussi une action sur A. Il existe deux types d'actions entre systèmes :

- **Actions de contact** (systèmes en contact l'un contre l'autre)
- **Actions à distance** (systèmes sans contact l'un avec l'autre)

Lorsque 2 systèmes exercent mutuellement une action l'un sur l'autre on dit qu'ils sont en **interaction**.

2. Diagramme système - interactions

Le **diagramme système - interactions** est un outil permettant de faire le bilan des interactions entre un **système étudié**, et d'autres systèmes appelés **systèmes extérieurs**. Les systèmes sont modélisés par des ellipses, et les interactions par des doubles flèches : pleines pour les actions de contact, en pointillés pour les actions à distance.

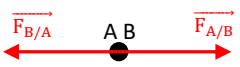
Seules les interactions avec le système étudié sont représentées

B. Modélisation des forces

Une action est **modélisée** par une **force** dont les caractéristiques sont celles d'un **vecteur** :

- **Direction :** identique à celle de l'action exercée.
- **Sens :** sens de l'action.
- **Norme :** valeur de l'action en Newtons (N). Indique si l'action est plus ou moins grande.
- **Point d'application :** Point représentant le système.

On peut écrire $\overrightarrow{F_{A/B}}$, force exercée **par** le système **A**, **sur** le système **B**.



Forces de **répulsion** modélisant des actions de contact ou à distance



Forces d'**attraction** modélisant des actions à distance

Le **nombre d'interactions** sur le diagramme correspond au **nombre de forces** à modéliser

C. Principe des actions réciproques

Principe : Affirmation qu'aucune expérience n'a invalidée, et qui ne peut pas se démontrer.

Le **Principe des actions réciproques** est la **3ème loi de Newton** énoncée en 1687.

Si un système A exerce une force sur un système B notée $\overrightarrow{F_{A/B}}$, alors le système B exerce une force sur le système A notée $\overrightarrow{F_{B/A}}$, de même direction et norme, mais de sens opposé à $\overrightarrow{F_{A/B}}$.

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = - \overrightarrow{F_{B/A}}.$$

Ce principe est valable pour les actions de contact (interactions répulsives) comme pour les actions à distance (interactions attractives ou répulsives).

$F_{A/B} = F_{B/A}$ en revanche $\overrightarrow{F_{A/B}} = - \overrightarrow{F_{B/A}}$

D. Exemples de forces

1. Force d'interaction gravitationnelle (action à distance)

L'interaction gravitationnelle modélise une interaction à distance, toujours attractive entre **deux systèmes** A et B de masses respectives m_A et m_B (en kg), éloignés l'un de l'autre d'une distance d (en m). La **force d'interaction gravitationnelle** $\overrightarrow{F_{A/B}}$ (en N), modélise l'action exercée par le système A sur le système B et s'écrit :

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = - G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \times \vec{u}_{AB}$$

- **Direction :** le segment entre le centre du système A et le centre du système B
- **Sens :** du système B vers le système A
- **Norme :** $F_{A/B} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$

$F_{A/B}$, force d'interaction gravitationnelle en Newtons (N)
G, constante de gravitation universelle. G = 6,67 x 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}
m_A et m_B, masses des systèmes A et B en kg
d, distance entre les systèmes A et B en m



Modélisation de la force d'interaction gravitationnelle entre deux systèmes A et B

2. Poids (action à distance)

Le **poids** d'un système modélise l'**action à distance** exercée par une **planète** de masse M_P sur un système de masse m, situé au voisinage de sa surface. Le poids correspond donc à la force d'interaction gravitationnelle exercée par une planète sur un système situé au voisinage de sa surface.

Sur Terre, on retiendra l'expression vectorielle du poids :

$$\vec{P} = m \times \vec{g}$$

- **Direction :** verticale
- **Sens :** vers le centre de la Terre
- **Norme :** P = m x g

P, poids en N (Newton)
m, masse en kg
g, champ de pesanteur en $m.s^{-2}$. **Sur Terre g = 9,81 $N.kg^{-1}$**.

3. Réaction d'un support (action de contact)

Lorsqu'un système est **immobile** (ou en mouvement sans frottements) sur un **support lisse**, il exerce une force $\vec{F}_{système/support}$, et le support exerce alors une force appelée **réaction**, notée $\vec{R}$.

- **Direction :** perpendiculaire au support
- **Sens :** opposé à $\vec{F}_{système/support}$

4. Force exercée par un fil (action de contact)

La force exercée par un **fil** sur un **système** $\vec{F}_{fil/système}$ est appelée **tension** $\vec{T}$.

- **Direction :** identique au fil
- **Sens :** du système (point d'accroche) vers le fil

2nde
Attendus

Chapitre 10 – Modéliser une action mécanique sur un système



Ce que je dois connaître - Notions

Grandeurs et unités
Force F, en Newtons (N)
Poids P, en N
Tension T d'un fil, en N
Réaction R d'un support, en N
Intensité de la pesanteur Terrestre g, en $N.kg^{-1}$
g_{Terre} = 9,81 $N.kg^{-1}$

Définitions
Action
Force
Diagramme système-actions
Principe des actions réciproques
Caractéristiques d'une force
Poids
Force d'interaction gravitationnelle
Réaction d'un support
Tension d'un fil

Formules
Poids, $\vec{P} = m \times \vec{g}$
Force exercée par A sur B, $\overrightarrow{F_{A/B}} = - \overrightarrow{F_{B/A}}$

Ce que je dois savoir faire – Capacités



Capacités à maîtriser	Exercices et activités associées	Auto-évaluation
Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système étudié par une force.	Activité 1 Exercice 4, 8, 16, 18, 19	
Représenter une force par un vecteur ayant sens, direction, norme.	Activité 1 Exercice 4, 8, 16, 18, 19	
Connaître et utiliser le principe des actions réciproques.	Exercice 8	
Distinguer actions de contact et actions à distance.	Activité 1 Exercice 6, 22	
Identifier les actions modélisées par des forces.	Activité 1 Exercice 19, 22	
Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle.	Activité 2 p.170 Exercice 10, 12, 14, 24, 25, 26	
Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, à la surface d'une planète.	Activité 2 p.170 Exercice 15, 16, 26	
Représenter la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples (pour un système immobile).	Exercice 8, 19	

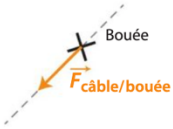
1 La modélisation d'une action mécanique par une force

Lien vidéo WWW

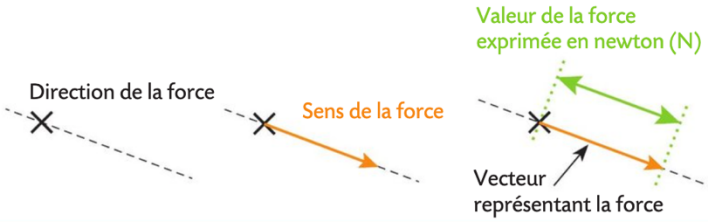
Actions mécaniques sur un système

- Actions de contact
- Actions à distance





Modélisation



2 Le principe des actions réciproques

Deux systèmes en interaction exercent l'un sur l'autre des forces opposées.

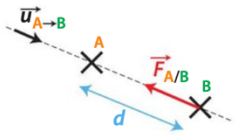
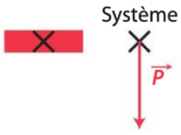
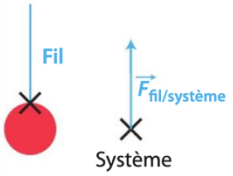




Ces forces ont :

- la même droite d'action ;
- la même valeur ;
- des sens opposés.

3 Des exemples de forces

	Force d'interaction gravitationnelle	Poids	Force exercée par un support*	Force exercée par un fil
				
Direction	Droite reliant le centre du système étudié et le centre de l'astre attracteur	Verticale du lieu	Verticale du lieu	Celle du fil
Sens	Du centre du système étudié vers le centre de l'astre attracteur	Vers le bas	Vers le haut	De l'objet vers le fil
Valeur	$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$	$P = m \times g$	$F_{\text{support/système}} = P$	Elles dépendent des autres forces exercées sur le système.
Expression vectorielle	$\vec{F}_{A/B} = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}_{A\to B}$	$\vec{P} = m\vec{g}$ $\vec{g}$ est le vecteur associé à la pesanteur, il est vertical et dirigé vers le bas	$\vec{F}_{\text{support/système}} = -\vec{P}$	

*Lorsque le système étudié est **immobile** et soumis **seulement** au poids et à l'action du support.